

Niels Nijman, DHV  
Mathijs Oosterhuis, Waterschap Regge en Dinkel

## Bier en wijn op rwzi's

Op verscheidene rwzi's wordt een koolstofbron gedoseerd ter bevordering van de denitrificatie, om op deze manier aan de stikstofeis in het effluent te voldoen. Veelal wordt hiervoor azijnzuur, methanol of een soortgelijk product ingezet. Ook op de rwzi Vriezenveen, in beheer van Waterschap Regge en Dinkel, werd tot voor kort in de wintermaanden azijnzuur gebruikt om de denitrificatie sneller te laten verlopen. In 2006 is een onderzoek uitgevoerd naar de werking van een alternatieve koolstofbron in vergelijking met azijnzuur. Deze koolstofbron bestaat uit een mengsel van licht alcoholische dranken, frisdranken en/of sappen. Het product is vele malen goedkoper dan bijvoorbeeld azijnzuur of methanol. Daarbij is het een niet-gevaarlijke stof en speciale maatregelen ten aanzien van veiligheidsaspecten zijn dan ook niet nodig. De werking van het product is getest door middel van een duurproef op de rwzi zelf. Tevens zijn op labschaal denitrificatiesnelheden bepaald.

De rwzi Vriezenveen (20.000 i.e. à 54 g BZV) is een tweetraps installatie bestaande uit twee oxidatiebedden en een actiefslibstelsysteem. Voorafgaand vindt voorbezinking plaats. De actiefslibinstallatie is pas later aan de zuivering toegevoegd, als gevolg van aanscherping van de effluenteisen en ter vergroting van de capaciteit. In de beluchtingstank wordt afwisselend belucht en niet belucht, waardoor nitrificatie en denitrificatie in afzonderlijke stappen plaatsvindt. De beluchting wordt aangestuurd op basis van een online nitraatmeting. Vanwege de ongunstige CZV/N-verhouding wordt tijdens de denitrificatiestap een gedeelte van het ruwe influent (ca. 20%) via een bypass naar het beluchtingscircuit gestuurd, zonder dat het in contact komt met de oxidatiebedden. Op deze manier wordt een grotere hoeveelheid CZV aan het circuit toegediend.

Ook wordt azijnzuur (70%) gedoseerd als koolstofbron. Dit alles ter bevordering van de denitrificatiesnelheid. In de winter worden op deze manier effluentwaarden behaald van gemiddeld 2 mg/l  $\text{NH}_4\text{-N}$  en 8 mg/l  $\text{NO}_3\text{-N}$ .

### Alternatieve koolstofbron

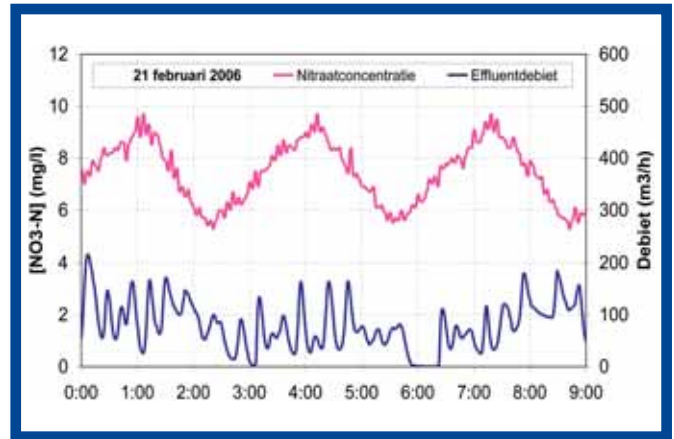
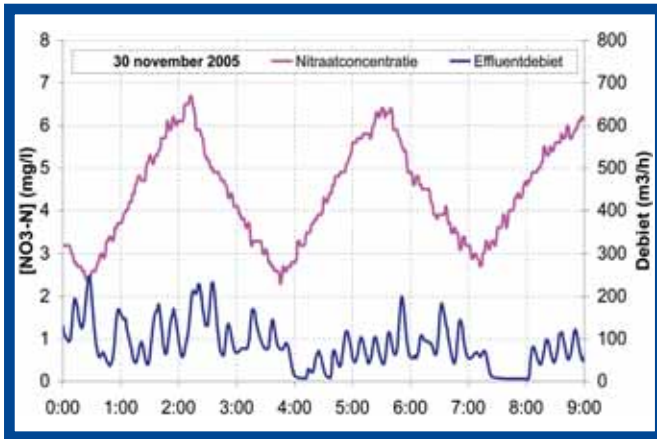
De alternatieve koolstofbron bevat naast alcohol vooral suikers. Door toevoeging

van organisch zuur wordt het product geconserveerd en blijft het volgens de fabrikant minimaal vier weken houdbaar. De CZV-waarde van het product varieert aangezien de samenstelling van het product niet altijd hetzelfde is, maar is gemiddeld 165 g/l (globale range 120-180 g/l). Gedurende het onderzoek op rwzi Vriezenveen zijn twee verschillende leveringen van het product

Om aan dezelfde, in vergelijking met azijnzuur, CZV-vraag te voldoen moet op de rwzi Vriezenveen jaarlijks ongeveer 200 kubieke meter van de alternatieve koolstofbron gedoseerd worden. Het product wordt geleverd tegen een prijs van vijf tot 15 euro per kubieke meter, onder meer afhankelijk van de transportafstand. De maximale kosten voor de alternatieve koolstofbron liggen dus rond 3.000 euro per jaar. Voor de rwzi Vriezenveen, met een jaarlijkse kostenpost van 10.000 tot 12.000 euro voor azijnzuur, geeft dit dus een besparing van 70 tot 75 procent.

Oxidatiebed en beluchtingscircuit rwzi Vriezenveen.





Afb. 1: Nitraattrend beluchtingstank: links met azijnzuur, rechts met de alternatieve koolstofbron.

gebruikt. De analysegegevens van de verschillende leveringen staan weergegeven in tabel 1.

### Het onderzoek

Om de werking van de alternatieve koolstofbron te onderzoeken, is allereerst een duurproef uitgevoerd waarbij gedurende twee maanden de alternatieve koolstofbron gedoseerd is op de praktijkinstallatie. Daarnaast is een flankerend onderzoek uitgevoerd waarbij experimenten op labschaal zijn uitgevoerd om de werking van de alternatieve koolstofbron te vergelijken met die van azijnzuur.

### Duurproef

Gedurende twee maanden (half februari t/m half april 2006) is, in plaats van azijnzuur de alternatieve koolstofbron gedoseerd in de beluchtingstank tijdens de denitrificatieperiode. Daarbij is onderzocht of het product vergelijkbare prestaties levert met betrekking tot de denitrificatiesnelheid als azijnzuur. De trends van de concentratie  $\text{NO}_3\text{-N}$  in het beluchtingscircuit met zowel azijnzuur als de alternatieve koolstofbron zijn weergegeven in afbeelding 1. De beluchtingsregeling bij de alternatieve koolstofbron ligt tussen hogere nitraatsetpoints gezien de lagere processtemperatuur. Uitgaande van een concentratie droge stof van 4 g/l zijn de denitrificatiesnelheden echter ongeveer gelijk, namelijk 0,73 mg N/(g DS.h) voor azijnzuur en 0,78 mg N/(g DS.h) voor de alternatieve koolstofbron. Tijdens de denitrificatieperiode wordt in het beluchtingscircuit ook continu extra nitraat

aangevoerd vanuit de oxidatiebedden. Er wordt dus meer nitraat omgezet dan alleen het nitraat dat aanwezig was in het beluchtingscircuit aan het begin van de denitrificatieperiode. Wanneer ook rekening wordt gehouden met deze hoeveelheid nitraat, ligt de denitrificatiesnelheid rond 1,5 mg N/(g DS.h).

### Flankerend onderzoek

Op laboratoriumschaal zijn driemaal denitrificatiesnelheidsmetingen uitgevoerd, waarbij de werking van de alternatieve koolstofbron vergeleken is met die van

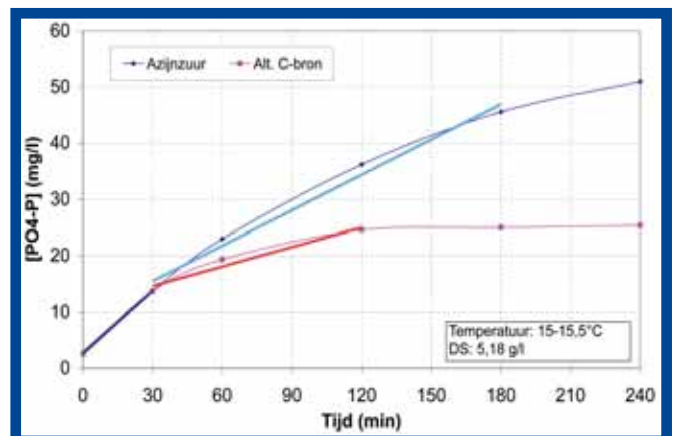
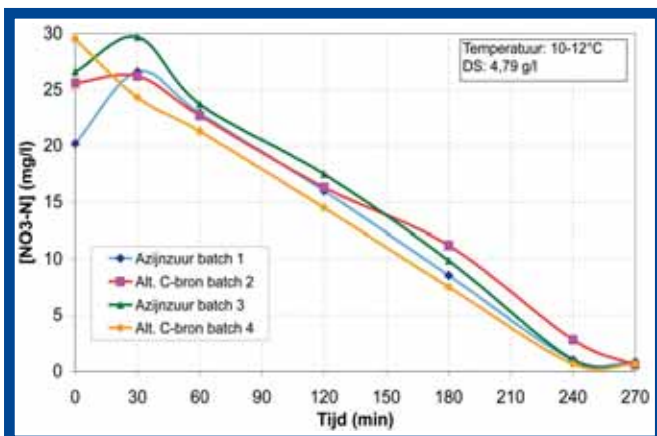
azijnzuur. Daarbij zijn verscheidene batches op een relatief hoge beginconcentratie nitraat gebracht, waarna een bepaalde hoeveelheid CZV aan azijnzuur of alternatieve koolstofbron is toegevoegd en het denitrificatieproces in gang is gezet. De procesomstandigheden (pH, temperatuur) zijn gedurende de proef voor alle batches hetzelfde geweest en zoveel mogelijk constant gehouden. Elke 30 minuten is een monster genomen van alle batches en is de nitraatconcentratie bepaald. Het verloop van één van de experimenten is weergegeven in afbeelding 2.

### Analysegegevens alternatieve koolstofbron (in mg/l).

	levering 1 (wijn en breezers)	levering 2 (bier en cola)
CZV	127.000	172.000
BZV	68.000	84.000
P-tot	104	173
N-kj	255	491
NH4-N	31	34
Cl	95	200
Zn	0,55	.*
Cu	0,05	.*
Cr	0,03	.*
NI	0,03	.*
Pb	0,02	.*

.\* = niet bepaald

Afb. 2: De bepaling van de snelheid van denitrificatie en fosfaatgifte.



Op eenzelfde manier zijn ook fosfaatafgifte-experimenten uitgevoerd. Deze experimenten in niet-beluchte, anaërobe omstandigheden zijn een maat voor (de potentie van) biologische fosfaatverwijdering in een actiefslibproces. Aangezien op de rwzi Vriezenveen nauwelijks biologische fosfaatverwijdering plaatsvindt, is voor deze experimenten slib van rwzi Almelo-Vissedijk gebruikt, waar wel biologische fosfaatverwijdering plaatsvindt.

Aan het begin van de experimenten zijn de batches flink belucht om alle fosfaat aan het slib te binden. Na een half uur is de beluchting stopgezet. Nadat de concentratie zuurstof in de batches tot ongeveer 0,2 mg/l was gedaald, is een overmaat CZV ( $\pm 100$  mg CZV/g DS) in de vorm van azijnzuur of alternatieve koolstofbron toegevoegd en is het fosfaatafgifte proces in gang gezet. Elke 30 minuten is een monster genomen van de batches en is de fosfaatconcentratie bepaald. Het verloop van één van de experimenten is weergegeven in afbeelding 2.

Op bovenstaande manier is voor de drie afzonderlijke experimenten de denitrificatiesnelheid bepaald. Bij de experimenten die het beste vergelijkbaar zijn met de praktijkproef (10-12°C als procestemperatuur), worden bij zowel azijnzuur als bij de alternatieve koolstofbron snelheden van 1,1 tot 1,6 mg N/(g DS.h) behaald. Deze snelheden zijn zeer goed vergelijkbaar met de bij de praktijkproef bepaalde denitrificatiesnelheid van 1,5 mg N/(g DS.h). Bij hogere temperaturen (15-16°C) lijkt de denitrificatie met azijnzuur enigszins sneller te verlopen.

Bij alle fosfaatafgifte experimenten is de beginsnelheid gelijk voor de twee verschillende koolstofbronnen. Een daling van de snelheid treedt bij de alternatieve koolstofbron eerder op dan bij azijnzuur. De hoeveelheid toegevoegd CZV bij alle experimenten was gelijk en is dus niet de beperkende factor. De alternatieve koolstofbron lijkt een kleinere fractie CZV te hebben die direct voor de fosfaatverwijderende bacteriën beschikbaar is (al dan niet in de vorm van azijnzuur). Nadat deze fractie verbruikt is, is er nog wel CZV aanwezig, maar niet direct door de bacteriën te gebruiken. Hierdoor wordt de afnemende snelheid verklaard.

### Prima alternatief

De alternatieve koolstofbron levert dezelfde prestaties met betrekking tot de denitrificatie als azijnzuur en is daarom een prima alternatief voor 'conventionele' koolstofbronnen. Vooral bij lagere temperaturen, wanneer een koolstofbron het hardst nodig is, worden met de alternatieve koolstofbron dezelfde denitrificatiesnelheden behaald als met azijnzuur. Toepassing van deze koolstofbron is zeer kostenefficiënt. In vergelijking met azijnzuur zijn voor de rwzi Vriezenveen besparingen van 70 tot 75 procent mogelijk.

Het gebruik van de alternatieve koolstofbron ter stimulering van de biologische fosfaatverwijdering kan ondanks de iets mindere werking in vergelijking met azijnzuur toch economisch aantrekkelijk zijn. Gezien de

lage kostprijs van het product levert een verhoogde dosering mogelijk alsnog een besparing op. Wellicht dat verzuring van het product, door bijvoorbeeld het achterwege laten van de conservering, er voor kan zorgen dat een grotere fractie CZV direct beschikbaar is voor de fosfaatverwijderende bacteriën. Bij het inzetten van de alternatieve koolstofbron ter bevordering van de biologische fosfaatverwijdering zullen verscheidene afwegingen gemaakt moeten worden, met (aanvullende) chemische fosfaatverwijdering als belangrijkste alternatief.

Een belangrijk voordeel van deze koolstofbron is dat het een niet-gevaarlijk product betreft, waardoor geen speciale veiligheidsvoorzieningen gerealiseerd hoeven te worden voor de opslag van het product. Tijdens de praktijkproef zijn geen bedrijfsvoeringstechnische problemen geconstateerd met betrekking tot opslag en dosering van het product. Door conservering blijft het product wekenlang houdbaar en veroorzaakt het geen stankoverlast. Wel is in vergelijking met een geconcentreerde koolstofbron als azijnzuur een grotere opslagtank nodig. Op de rwzi Vriezenveen wordt hiervoor een niet meer in gebruik zijnde opslagkelder voor ijzersulfaat gebruikt.

### Conclusie

Concluderend kan worden gesteld dat dosering van de alternatieve koolstofbron een prima alternatief is voor azijnzuur. Aan de hand van de resultaten van het onderzoek heeft Waterschap Regge en Dinkel besloten deze koolstofbron op de rwzi Vriezenveen in te zetten ter bevordering van het denitrificatieproces.

Ook op andere rwzi's waar aanvullende middelen nodig zijn om de denitrificatie voldoende te kunnen laten verlopen, kan de toepassing van deze koolstofbron een aantrekkelijk alternatief zijn.

Dit artikel is eerder verschenen in Neerslag. De redacties van H<sub>2</sub>O en Neerslag zullen dit jaar enkele artikelen uitwisselen die voor elkaars doelgroep interessant kunnen zijn.